

Family list
1 application(s) for: JP7008492 (A)

1 **ULTRASONIC DIAGNOSTIC DEVICE**

Inventor: SHIKI EIICHI ; ABE YASUHIKO	Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO ; TOSHIBA MEDICAL ENG
EC:	IPC: <i>A61B8/00; G01N29/22; G01N29/44</i> ; (+5)
Publication info: JP7008492 (A) — 1995-01-13	

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07008492
PUBLICATION DATE : 13-01-95

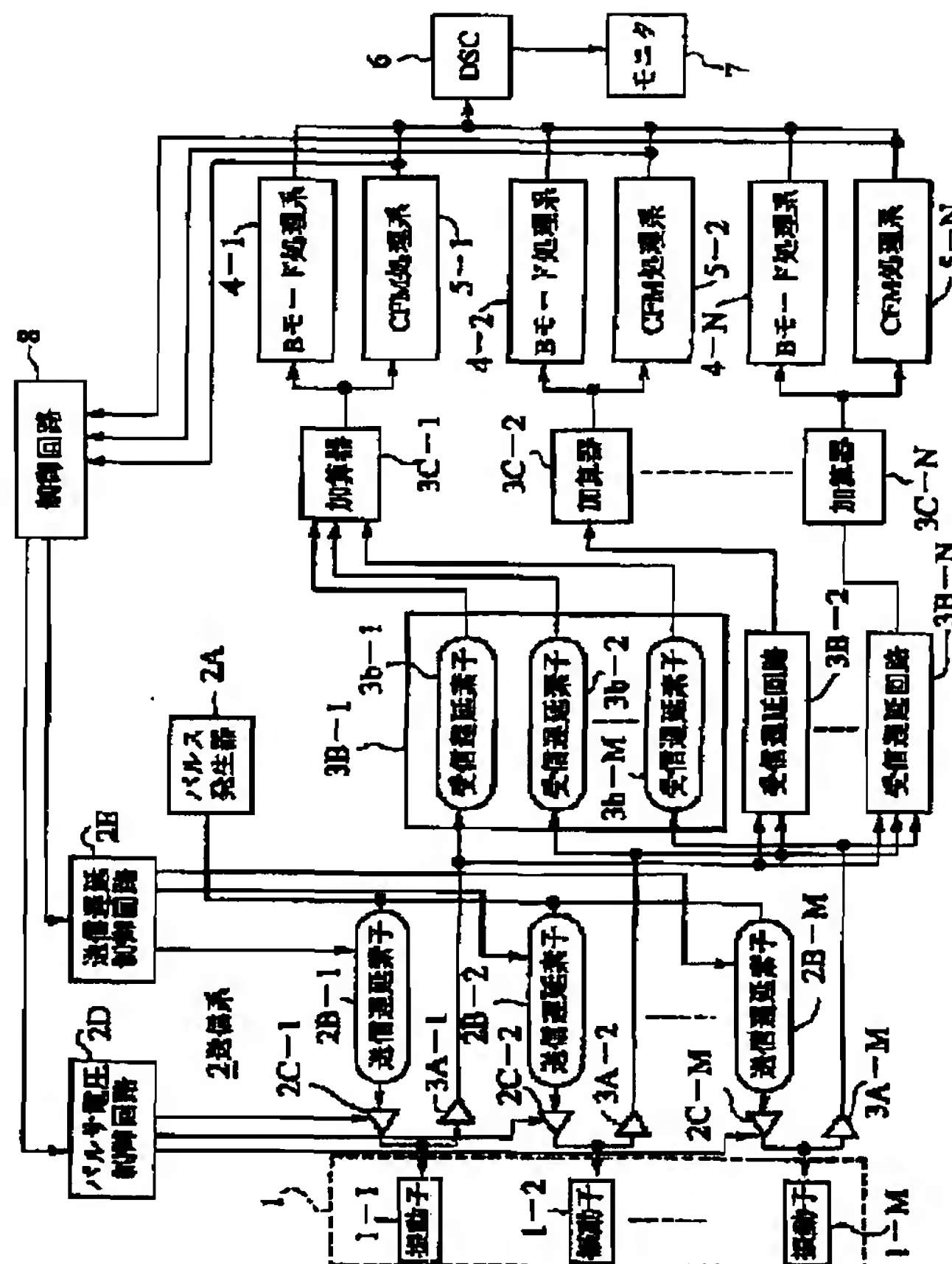
APPLICATION DATE : 28-06-93
APPLICATION NUMBER : 05156832

APPLICANT : TOSHIBA MEDICAL ENG CO LTD;

INVENTOR : ABE YASUHIKO;

INT.CL. : A61B 8/00 G01N 29/22

TITLE : ULTRASONIC DIAGNOSTIC DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce the sensitivity deviation among plural rasters by receiving. at the same time for once transmission and to suppress the deterioration of picture by changing at least one of the transmission direction or transmission beam shape based on the comparison result of the signal intensity of the same depth of each reception direction.

CONSTITUTION: A control circuit 8 accepts the power P of each raster received, at the same time in different reception directions consisting of color flow mapping processing systems 5-1 1 to 5-N. Based on the comparison result between powers with the same depth of each raster, the delay amount of respective transmission delay elements 2B-1 to 2B-M are controlled through a transmission delay control circuit 2E and the transmission direction is changed. The sensitivity deviation between rasters received at the same time can uniformly be corrected by changing the opening width by selecting vibrators 1-1 to 1-M which are driven through a pulser voltage control circuit 2D.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

Partial Translation of JP7008492

Publication Date: January 13, 1995

Application No.: Hei5-156832

Filing Date: June 28, 1993

Applicant: Toshiba Corporation

Applicant: TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS ENGINEERING CO., LTD.

Inventor: Eiichi SHIKI

Inventor: Yasuhiko ABE

(page 5, column 2, lines 3 to 41)

[0027] Fig. 10 shows a scanning procedure according to the first pattern. In the following description, it is assumed that a combination of four rasters is received at the same time by a parallel simultaneous reception. In the frame 1, transmission beams are sequentially scanned at an intermediate position between Raster Nos. 2 and 3, between Raster Nos. 6 and 7, between Raster Nos. 10 and 11, and so on. As directions of transmitting the beams are changed, the combination of four rasters, received in parallel and simultaneously with one another, is sequentially switched over to Raster Nos. 1-4, Raster Nos. 5-8, Raster Nos. 9-12 and so on. Received signals of the frame 1 obtained by scanning the frame 1 in these manners are supplied to an inter-frame averaging circuit 10 as image information via the "B" mode process systems 4-1 to 4-4 or via the color flow mapping process systems 5-1 to 5-4, and then stored into the frame memory 10B.

[0028] The frame 2 is scanned next. Compared with the latest frame 1,

directions of transmitting the beams to the frame 2 during the simultaneous reception are disaligned by a half of the number of rasters (i.e. disaligned by two rasters in the present embodiment). That is transmission beams are now scanned at an intermediate position between Raster Nos. 4 and 5, between Raster Nos. 8 and 9, and so on. Correspondingly to this, a combination of four rasters is received parallel and simultaneously also with a disalignment by a half of the number of rasters compared with the latest frame 1 (i.e. disaligned by two rasters in the present embodiment). In more particular, correspondingly to change of transmitting directions of the respective beams, the four-raster combinations received at the same time by the parallel simultaneous reception are scanned from the initial four-raster combination beginning with the raster number 3, through to the last four-raster combination including a terminal raster L, with respective combinations being aligned by two Raster Nos. compared with the latest frame 1. Received signals of the frame 2 obtained by scanning the frame 2 in these manners are supplied to the adder 10H of the inter-frame averaging circuit 10 via the "B" mode process systems 4-1 to 4-4 or via the color flow mapping process systems 5-1 to 5-4, and via the multiplier device 10A of the inter-frame averaging circuit 10. The received signals of the frame 2 are supplied also to the frame memory 10B to be sequentially stored in the frame memory 10B. During these procedures, the received signals of the frame 1 stored in the frame memory 10B are sequentially supplied to the adder 10H via the multiplier device 10C in synchronism with the input of received signals of the frame 2. As a result, the respective data of the frame 1 and the frame 2 are inputted to the adder 10H in alignment with each other, and

after adding up the data of the two frames, the resulting sum is supplied to the digital scanner-converter 6. In these manners, a simple average processing can be made between the two, leading and subsequent frames, to thereby reduce a problem of sensitivity deviation among rasters, in particular between one raster at a center and another raster at either one terminal.

2008/12/24

(11)特許出願公開番号

特開平7-8492

(43)公開日 平成7年(1995)1月13日

(51) IntCl.⁶

識別記号

室内整理番号

Fi

技術表示箇所

A 6 1 B 8/00

9361-4C

G O I N 29/22

501

8105-2 J

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平5-156832

(22) 出願日

平成5年(1993)6月28日

(71)出願人 0000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71)出願人 000221214

東芝メディカルエンジニアリング株式会社

栃木県大田原市下石上1385番の1

(72) 發明者 志岐 栄一

栃木県大田原市下石上1385番の1 東芝メ
ディカルエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 阿部 康彦

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

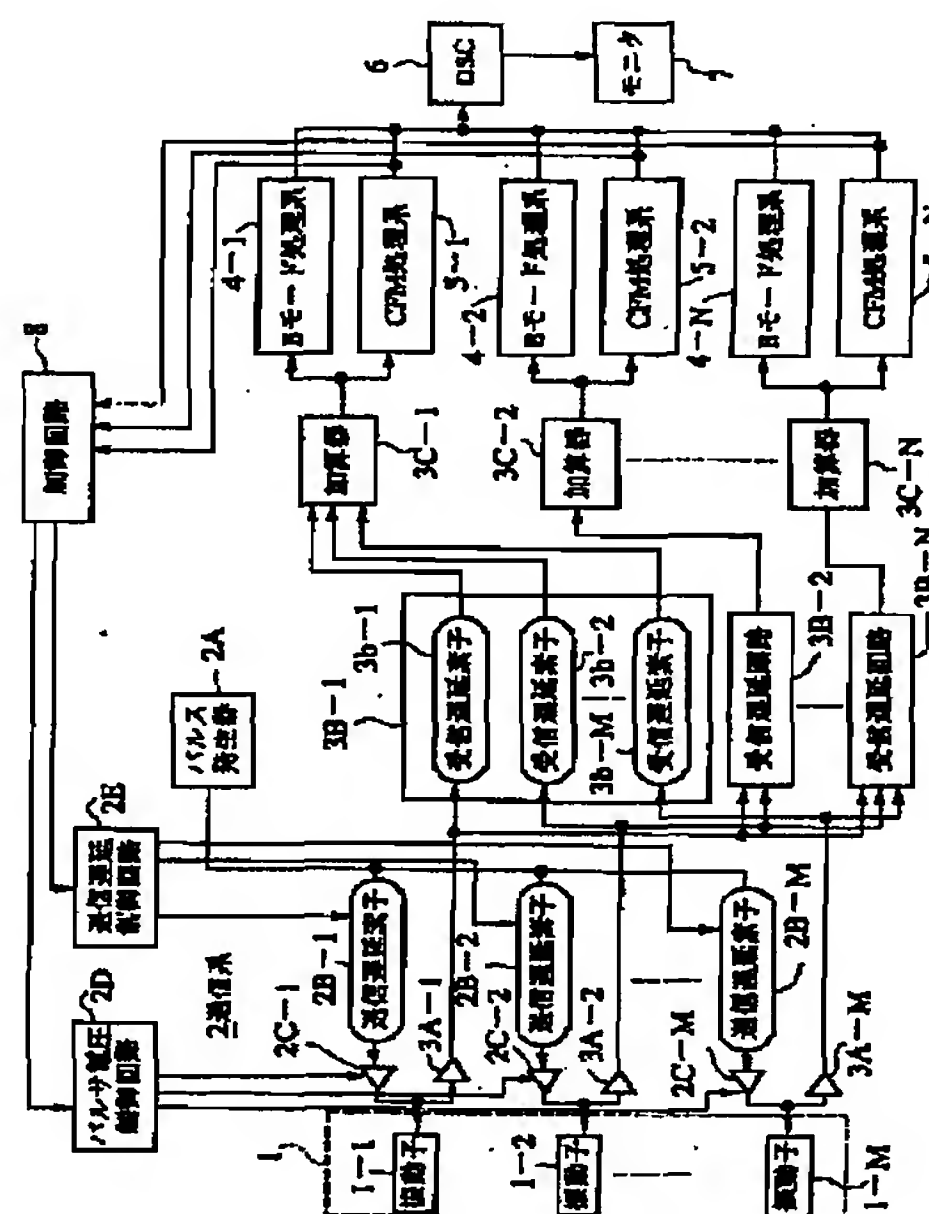
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【目的】本発明は、1回の送信に対して複数方向の受信信号を同時受信して得た複数本のラスト間の感度ムラを低減し、これにより画質の劣化を抑えることができる超音波診断装置を提供することを目的とする。

【構成】本発明は、1回の超音波の送信に対して異なる複数の受信方向からの反射波を同時に受信し、この受信信号に基づいて画像を生成する超音波診断装置において、前記各受信方向の同一深度の信号強度の比較結果に基づいて送信方向または送信ビームの形状の少なくとも一つを変化させることを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1回の超音波の送信に対して異なる複数の受信方向からの反射波を同時に受信し、この受信信号に基づいて画像を生成する超音波診断装置において、前記各受信方向の同一深度の信号強度の比較結果に基づいて送信方向または送信ビームの形状の少なくとも一つを変化させることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】 1回の超音波の送信に対して異なる複数の受信方向からの反射波を同時に受信し、この受信信号に基づいて画像を生成する超音波診断装置において、送信方向および前記受信方向を前後のフレーム間で相違させることを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、1回の超音波の送信に対して異なる複数の方向からの反射波を同時に受信するいわゆる並列同時受信機能を備えた超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波診断装置は、超音波パルスを生体内に放射し、固有音響インピーダンス（両媒質の密度と音速との積）の異なる組織の境界面から反射してくる反射波を受信した後、これを処理して超音波断層像を得るものであり、X線診断法のような被曝障害がなく、造影剤を用いずに軟部組織の断層像を観測することができ臨床上有益な装置である。しかも、電子走査技術に代表される各種技術の進歩によりリアルタイム性能が向上し、動体計測がより容易になった。

【0003】ところで、超音波の往復に要する時間が視野深度に依存して固定しているので、それに応じて1秒当たりのパルス数は制限される。したがって、視野角および視野深度が一定である条件のもとでは、走査線（以下「ラスタ」という）の本数を増加して方位方向の空間分解能を向上しようとする、フレームレートが減少することになり、その結果、時間分解能が低下するという問題が発生する。

【0004】また、カラーフローマッピングの場合、同じ方向の超音波送受信の繰り返し回数を増加して同一位置のデータ数を増加することにより、クラッタ成分の除去精度を向上させて計測精度を向上させることができる。しかし、この場合、ラスタの本数が一定の条件のもとでは、データ数の増加に伴って、フレームレートが減少し、リアルタイム性能が劣化するという問題が発生する。

【0005】このようにパルス数の制限は、空間分解能と時間分解能のいずれの性能を優先するかを選択を迫り、またカラーフローマッピングの場合、計測精度とリアルタイム性能のいずれの性能を優先するかを選択を迫る。

【0006】並列同時受信法は、このような問題を解決

2

するべく開発されたものであり、1回の超音波の送信に対して異なる複数の方向からの反射波を同時に受信し、各方向の反射波を並列処理することにより処理スピードを向上させて一定の空間分解能または計測精度を維持しながら良好なりアルタイム性能を獲得している。

【0007】しかし、送信ビームの音場分布は一様ではなく、このため同時受信して得た複数本のラスタ間に感度のムラが生じて画像の劣化を発生させるという問題があった。

10 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に対処すべくなされたもので、その目的は、1回の送信に対して複数方向の受信信号を同時受信して得た複数本のラスタ間の感度ムラを低減し、これにより画質の劣化を抑えることができる超音波診断装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による超音波診断装置は、1回の超音波の送信に対して異なる複数の受信方向からの反射波を同時に受信し、この受信信号に基づいて画像を生成する超音波診断装置において、前記各受信方向の同一深度の信号強度の比較結果に基づいて送信方向または送信ビームの形状の少なくとも一つを変化させることを特徴とする。

【0010】本発明による他の超音波診断装置は、1回の超音波の送信に対して異なる複数の受信方向からの反射波を同時に受信し、この受信信号に基づいて画像を生成する超音波診断装置において、送信方向および前記受信方向を前後のフレーム間で相違させることを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明による超音波診断装置によれば、各受信方向の同一深度の信号強度の比較結果に基づいて送信方向または送信ビームの形状の少なくとも一つを変化させるので、同時受信する各受信方向の音場を均一化して各受信方向の同一深度の信号強度を一定にすることができ、その結果、同時受信する受信方向間の感度ムラを軽減することができる。

【0012】本発明による他の超音波診断装置によれば、送信方向および受信方向を前後のフレーム間で相違させるので、送受信方向の配置が前後のフレーム間で変化し、これによって前後のフレームの同一受信方向の受信強度が変化するので同時受信する受信方向間の感度ムラを軽減することができる。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して本発明による超音波診断装置の実施例を説明する。図1は第1実施例の構成を示すブロック図である。セクタ式電子走査型のプローブ1は、一次元に配列された複数の振動子1-1～1-Mからなる。なおプローブ1はセクタ式電子走査型に限定され

3

ず、例えばリニア電子走査型でもよい。パルス発生器2Aの出力は、送信遅延素子2B-1~2B-M、パルサ2C-1~2C-Mを順に介して振動子1-1~1-Mに供給される。各送信遅延素子2B-1~2B-Mおよび各パルサ2C-1~2C-Mは、振動子1-1~1-Mそれぞれに対応して設けられる。パルサ2C-1~2C-Mにはパルサ電圧制御回路2Dが接続される。パルサ電圧制御回路2Dの制御により、各振動子1-1~1-Mに与えるパルス電圧を変えることにより、開口幅あるいは各振動子の送信電圧ウエィティングを変えて、送信ビームの形状を変化させることができる。送信遅延素子2B-1~2B-Mには送信遅延制御回路2Eが接続される。送信遅延制御回路2Eの制御により、各送信遅延素子2B-1~2B-Mの遅延量を変えることにより、パルサ2C-1~2C-Mから各駆動振動子に与えるパルス電圧のタイミングを変え、これにより任意の方向に超音波ビームを送信することができる。

【0014】プローブ1の各振動子1-1~1-Mの出力信号は、各振動子1-1~1-Mにそれぞれ対応して設けられたプリアンプ3A-1~3A-Mを介して、N系統設けられた受信遅延回路3B-1~3B-Nに供給され、各系統毎に異なる受信指向性が与えられる。受信遅延回路3B-1には、各プリアンプ3A-1~3A-Mにそれぞれ接続された複数の受信遅延素子3b-1~3b-Mが含まれる。他の受信遅延回路3B-2~3B-Nも、受信遅延回路3B-1と同様に、各プリアンプ3A-1~3A-Mにそれぞれ接続された複数の受信遅延素子が含まれる。受信遅延回路3B-1の出力には加算器3C-1が接続され、ここで各受信遅延素子3b-1~3b-Mの出力信号が加算されることにより、当該系統に予定された方向からの反射波の受信信号が形成される。他の受信遅延回路3B-2~3B-Nにもそれぞれ加算器3C-2~3C-Nが接続され、各系統間で異なる受信方向からの反射波の受信信号がそれぞれ形成される。

【0015】Bモード処理系4-1~4-Nおよびカラーフローマッピング(CFM)処理系5-1~5-NもN系統分設けられ、異なる方向のラスタの輝度情報および血流情報が並列処理にて計測される。図2はBモード処理系4-1の構成を示すブロック図である。なお、他のBモード処理系4-2~4-Nも同じ構成である。加算器3C-1の出力は対数増幅器4A、包絡線検波回路4B、アナログ/デジタルコンバータ(A/D-C)4Cに順に供給され、これにより当該ラスタの多数のサンプリング点の強度が検出される。この強度は当該ラスタの輝度情報、すなわちBモード画像(断層像)情報としてデジタルスキャンコンバータ(DSC)6に供給される。

【0016】図3はカラーフローマッピング処理系5-1の構成を示すブロック図である。なお、他のカラーフローマッピング処理系5-2~5-Nも同じ構成である。カラーフローマッピング処理系5-1には、プローブ1に接近する血流方向とプローブ1から遠ざかる血流方向とを識

4

別するために2チャンネルの位相検波回路5A-1, 5A-2、ローパスフィルタ(L-P-F)5D-1, 5D-2、アナログ/デジタルコンバータ5E-1, 5E-2、MTIフィルタ5F-1, 5F-2が設けられる。加算器3C-1の出力は、位相検波回路5A-1で発振器5Bの出力と掛け合わされ、また位相検波回路5A-2で90°移相器5Cの出力と掛け合わされる。これによって各位相検波回路5A-1, 5A-2の出力には、ドブラ偏位周波数成分と、高周波数成分(送信周波数の2倍+ドブラ偏位周波数)が含まれる。各高周波数成分は、ローパスフィルタ5D-1, 5D-2で除去される。2チャンネルのローパスフィルタ5D-1, 5D-2からの各出力は、それぞれドブラ偏位周波数のコサイン成分とサイン成分となる。ローパスフィルタ5D-1, 5D-2からの各出力はアナログ/デジタルコンバータ5E-1, 5E-2を介して、カラードブラのためのMTI(Moving Target Indicator)フィルタ5F-1, 5F-2に供給され、そこで固定反射体(血管壁、心臓壁等)からの不要な反射成分(クラッタ成分)が取り除かれる。MTIフィルタ5F-1, 5F-2の出力は演算回路5Gに供給される。演算回路5Gには、図示しないが自己相関回路、平均速度演算回路、速度分散演算回路、パワー演算回路が含まれ、各演算回路で平均速度V、分散S、パワーPが計算される。平均速度V、分散S、パワーPはデジタルスキャンコンバータ6に供給される。また、パワーPは制御回路8に供給される。この実施例において、制御回路8は、カラーフローマッピング処理系5-1~5-Nから受信方向の異なる同時受信した各ラスタのパワーPを受取り、各ラスタの同じ深度のパワー間の比較結果に基づいて、送信遅延制御回路2Eを介して各送信遅延素子2B-1~2B-Mの遅延量を制御して送信方向を変え、またパルサ電圧制御回路2Dを介して駆動する振動子を選択して開口幅を変えることにより、同時受信するラスタ間の感度のムラを均一に修正する。この修正の詳細は後述する。

【0017】次にこの実施例の作用について説明する。本実施例では、1フレーム分の走査を繰り返し実行しながら、今回のフレームの走査における並列同時受信のラスタ間の感度ムラに基づいて、次の並列同時受信におけるラスタ間の感度ムラを、送信方向と開口幅の2つの観点から修正する。なお、ここでは同時受信するラスタ本数は4本とする。この場合、上述した受信遅延回路、加算器、Bモード処理系、カラーフローマッピング処理系それぞれは4系統設けられる。また、今回のフレームのある一つの方向への送信は、全振動子1-1~1-Mの中から1-a~1-bまでの複数の振動子が選択的に駆動されるものとする。このときの開口幅は、選択された複数の振動子1-a~1-bの配列幅に一致する。

【0018】図4には、今回のフレームのある一つの送信方向(破線)と次の送信方向(一点鎖線)が示されている。なお番号1~4は、4系統の各受信遅延回路3

B-1, 3 B-4の異なる受信指向性による4本の各ラスタを示している。今回のフレームの走査において、パルス発生器2 Aからのパルスは、送信遅延素子2 B-1~2 B-Mに送られる。送信遅延素子2 B-1~2 B-Mは、送信遅延制御回路2 Eからの予定の方向に送信させるための遅延量に基づいて、各パルスに個別に遅延量を与える。この遅延量を与えられたパルスはパルサ2 B-1~2 B-Mに供給される。パルサ電圧制御回路2 Dからの制御により、パルサ2 B-a~2 B-bからのみ駆動信号が出力され、予定された複数の振動子1-a~1-bだけが選択的に駆動される。これにより送信ビームが被検体に送信される。そして、被検体からの反射波が振動子1-1~1-Mにより受信される。各受信信号は、プリアンプ3 A-1~3 A-Mにを介して4系統の受信遅延回路3 B-1~3 B-4に供給され、ここで系統毎に異なる受信指向性を与えられ、加算器3 C-1~3 C-4で系統毎に加算される。各加算器3 C-1~3 C-4の出力は、それぞれ対応するBモード処理系4-1~4-4に送られ、そこで各ラスタ毎に多数のサンプリング点の強度が検出される。この強度は各ラスタの輝度情報、すなわちBモード画像(断層像)情報としてデジタルスキャンコンバータ6に供給される。また、各加算器3 C-1~3 C-4の出力はそれぞれ対応するカラーフローマッピング処理系5-1~5-4にも送られ、そこで各ラスタ毎に多数のサンプリング点の血流情報、つまり平均速度V、分散S、パワーPが計測される。このパワーPは、分散S及び平均速度Vと共にデジタルスキャンコンバータ6に供給されると共に、制御回路8にも供給される。

【0019】制御回路8は、図4に示すように、各ラスタの設定された一定の深度のサンプリング点Q1~Q4のパワーPを抽出し、これらに基づいて送信方向及び開口幅の制御を行い、次のフレームの同じ方向の並列同時受信によるラスタ間の感度ムラを軽減する。このパワーPを抽出する深度は、通常は、送信ビームのフォーカスと同じに設定されるが、オペレータが図示しない入力装置から入力した任意の深度であってもよい。各Q1~Q4のパワーPをそれぞれP1~P4とする。制御回路8は、予定された送信ビームから等距離にあるP1とP4、P2とP3を比較する。ここで、 $P1 > P4$ 、 $P2 > P3$ のとき、実際の送信ビームは、図4に破線で示すように、予定された方向(一点鎖線)に対してNo. 1とNo. 2のラスタ側に傾倒していると判断する。比較結果が逆のときは、もちろん送信ビームは、No. 3とNo. 4のラスタ側に傾倒していると判断する。制御回路8は、この傾倒している送信ビームが、次の走査では、No. 2とNo. 3のラスタの中心を通るように今回の送信で駆動した各振動子1-a~1-bの各遅延量を変更させるために送信遅延制御回路2 Eを制御する。例えば、予定された方向に対してNo. 1とNo. 2のラスタ側に傾倒しているときは、各振動子1-a~1-bの各遅延量は、図5の破

線から、実線に修正される。この変更された遅延量にしたがって、次の走査において振動子1-a~1-bが駆動されると、図4に一点鎖線で示したように送信ビームがNo. 2とNo. 3のラスタの中心を通るように修正される。したがって、送信ビームが傾倒していることに起因する並列同時受信のラスタ間の感度ムラが軽減される。

【0020】また、制御回路8は、予定された送信ビームから等距離にあるP1とP4、P2とP3の比較結果に基づいて、次の走査の開口幅を狭くして送信ビームの形状を今回のそれより拡散させるように変更することにより、送信ビームが並列同時受信の両端ラスタの拡がり角度に対して集束され過ぎて、各ラスタ間で音場強度に著しい差異が生じることに起因する並列同時受信のラスタ間の感度ムラを軽減する。このため、制御回路8は、パルサ電圧制御回路2 Dを制御して、図6に示すように、次の走査では、今回より少ないパルサ2 C-a'~2 C-b'からだけ駆動信号を出力するように制限させる。このとき、次回、駆動信号を出力するパルサの数は、今回より減少するので、安全規格の範囲内で、各パルサ2 C-a'~2 C-b'からのパルス電圧を増加することにより超音波エネルギーの減少を防止し、これにより受信信号の強度の低下によるS/Nの劣化を防止することが望ましい。このように開口幅を狭くすることにより、図7に示すように、次の送信ビームは拡散され、その等高線はTからT'に拡大する。これにより次の走査では各ラスタ間の音場強度が接近しこれにより、並列同時受信のラスタ間の感度ムラが軽減される。

【0021】このように本実施例では、今回の走査による各ラスタの同じ深度のパワーPの比較に基づいて、次の走査の送信方向を修正し、また送信ビームの開口幅を変更することにより、次の走査における並列同時受信のラスタ間の音場強度を一定にしてそのラスタ間の感度ムラを軽減することができる。

【0022】なお本実施例は送信ビームから等距離にあるパワーP1とP4またはP2とP3の比較結果がある一定の範囲内に存するときは次の走査の送信方向および開口幅の変更は行わないようにしてもよい。また、送信ビームを拡散させるために、駆動振動子を減少させて開口幅を狭くしているが、この開口幅によらず送信遅延制御により送信ビームを拡散させるようにしてもよい。また、駆動される各振動子へのパルス電圧を一定にし開口幅を変えていたが、この他に、例えば、各振動子毎に印加する電圧を変えて送信ビーム幅を変えてもよい。

【0023】次に第2の実施例について説明する。並列同時受信のラスタ間の感度ムラは、主に同時に受信する複数本のラスタのうち中心側のラスタと端側のラスタとで感度が異なることに起因する。本実施例では、これを利用して、フレーム毎に送信方向および受信方向を変化させ、フレーム間で同一番号のラスタ同士を平均処理することによりラスタ間の感度ムラを軽減することを特徴

とする。

【0024】図8は本実施例の構成を示すブロック図である。なお、本図において図1と同じ部分には図1と同一符号を付して詳細な説明は省略する。本実施例の送信遅延制御回路2Gは、送信遅延素子2B-1~2B-Nの各遅延量を、少なくとも前後の2フレーム間、または偶数番目のフレームと奇数番目のフレーム間で相違させて、同一番号の送信ビームの送信指向性を前後のフレーム間で変化させる。また受信遅延制御回路9もN系統の各受信遅延回路3B-1~3B-Nの受信指向性を少なくとも前後の2フレーム間、または偶数番目のフレームと奇数番目のフレーム間で変化させる。フレーム間平均回路10は、Bモード処理系4-1~4-N、またはカラーフローマッピング処理系5-1~5-Nからの少なくとも2フレーム間で同じラスタ番号のラスタデータ同士の平均処理を実行し、この平均結果をデジタルスキャンコンバータ6に出力する。

【0025】このフレーム間平均回路10の構成を図9に示す。フレーム間平均回路10には、1フレームのラスタ本数Lに応じてL-2個のフレームメモリ10B、10D、10Fが設けられ、各フレームメモリ10B、10D、10Fには、連続する3枚の画像情報が記憶される。Bモード処理系4-1~4-Nまたはカラーフローマッピング処理系5-1~5-Nの画像情報は、乗算器10Aを介して加算器10Hに供給される。フレームメモリ10Bに記憶されている当該画像情報の前回のフレームの画像情報、フレームメモリ10Dに記憶されている当該画像情報の前々回のフレームの画像情報、フレームメモリ10Fに記憶されている当該画像情報の前々々回のフレームの画像情報は、それぞれBモード処理系4-1~4-Nまたはカラーフローマッピング処理系5-1~5-Nから供給される画像情報に同期して読み出され、それぞれ乗算器10C、10E、10Gを介して加算器10Hに供給される。乗算器10A、10C、10E、10Gの各重み係数 $cof1$ 、 $cof2$ 、 $cof3$ 、 $cof4$ は、図示しない入力装置から選択されたパターンに依存して設定される。第1のパターンにより、重み係数 $cof1$ 、 $cof2$ 、 $cof3$ 、 $cof4$ はそれぞれ0.5、0.5、0、0に設定される。第2のパターンにより、重み係数 $cof1$ 、 $cof2$ 、 $cof3$ 、 $cof4$ はすべて一律に0.25に設定される。つまり、第1のパターンでは、前後2フレーム間で単純平均処理が実行され、第2のパターンでは、連続する4フレーム間で単純平均処理が実行される。この加算器10Hから出力される平均結果は、デジタルスキャンコンバータ6に供給される。

【0026】次にこのように構成された本実施例の作用について説明する。まず第1のパターンが選択されたときの動作について説明する。第1のパターンが選択されると、上述したように乗算器10A、10C、10E、10Gの各重み係数 $cof1$ 、 $cof2$ 、 $cof3$ 、 $cof4$ は

それぞれ0.5、0.5、0、0に設定される。そして、次のような手順で走査が実行される。

【0027】図10は第1のパターンに応じた走査手順を示す図である。なお、並列同時受信による同時受信されるラスタの本数は4本として説明する。フレーム1では、送信ビームがラスタ番号2と3の間、ラスタ番号6と7の間、ラスタ番号10と11の間...と走査される。各送信方向にそれぞれ対応して、並列同時受信される4本のラスタについても、ラスタ番号1~4、5~8、9~12...と順次切り替わる。このような走査により得られたフレーム1の受信信号は、Bモード処理系4-1~4-4またはカラーフローマッピング処理系5-1~5-4を介して画像情報としてフレーム間平均回路10に供給され、フレームメモリ10Bに記憶される。

【0028】次にフレーム2の走査が実行される。このフレーム2では、送信ビームは、前回のフレーム1から同時受信するラスタの本数の半分のラスタ（ここでは2本）分だけずれて送信される。すなわち、ここでは送信ビームは、ラスタ番号4と5の間、ラスタ番号8と9の間...と走査される。これに応じて、並列同時受信が行われる4本のラスタについても、前回のフレーム1から同時受信するラスタの本数の半分のラスタ（ここでは2本）分だけずれる。すなわち、並列同時受信により同時受信される4本のラスタの組み合わせは、各送信ビームに対応して、前フレーム1より2本ずつラスタ番号がシフトしたラスタ番号3から4本のラスタずつ最終端のラスタLまで走査される。このような走査により得られたフレーム2の受信信号は、Bモード処理系4-1~4-4またはカラーフローマッピング処理系5-1~5-4を介してフレーム間平均回路10の乗算器10Aを介して加算器10Hに供給されると共に、フレームメモリ10Bにも供給され順次記憶される。このとき、フレームメモリ10Bに記憶されているフレーム1の受信信号は、フレーム2の受信信号の入力に同期して順次乗算器10Cを介して加算器10Hに供給される。この結果、加算器10Hには、フレーム1とフレーム2のデータが位置整合されて入力され、この両フレームを加算し、この結果をデジタルスキャンコンバータ6に供給する。このように前後2フレーム間で単純平均処理が行われ、これによって主に中心側のラスタと端側のラスタとの感度ムラが軽減される。

【0029】次のフレーム3では、フレーム1と同様に走査され、その画像情報が乗算器10Aを介して加算器10Hに供給され、そこでフレームメモリ10Bから乗算器10Cを介して供給される前回のフレーム2と平均処理に供され、デジタルスキャンコンバータ6に供給される。以降、奇数フレームはフレーム1と、また偶数フレームはフレーム2と同様の走査が繰り返され、その前後の2フレーム間で順次平均処理され、その結果がデジタルスキャンコンバータ6に供給される。

【0030】このように第1のパターンでは、奇数と偶数のフレームで送信ビームの方向および各送信ビームに対応して並列同時受信を行うラスタの組み合わせを変化させて、各ラスタは前後フレームで同時受信の中心側と端側の各位置に交互に配置させ、前後2フレーム間で同一番号のラスタ間で平均処理を実行することにより、同時受信の中心側のラスタと端側のラスタとに生じる感度ムラが軽減され、その結果、画質が向上することになる。

【0031】次に第2のパターンが選択されたときの動作について説明する。第2のパターンが選択されると、上述したように乗算器10A、10C、10E、10Gの各重み係数 $cof1$ 、 $cof2$ 、 $cof3$ 、 $cof4$ は一律に0.25に設定される。そして、次のような手順で走査が実行される。

【0032】図11は第2のパターンに応じた走査手順を示す図である。ここでも、並列同時受信による同時受信されるラスタの本数は4本として説明する。フレーム1では、送信ビームがラスタ番号2と3の中間、ラスタ番号6と7の中間…と走査され、これに応じて並列同時受信が行われる4本のラスタについても、ラスタ番号1から4本のラスタずつ順次切り替わる。このような走査により得られたフレーム1の受信信号は、Bモード処理系4-1~4-4またはカラーフローマッピング処理系5-1~5-4を介して画像情報としてフレーム間平均回路10に供給され、フレームメモリ10Bに記憶される。

【0033】次にフレーム2の走査が実行される。このフレーム2では、送信ビームは、前回のフレーム1の場合に対して1本のラスタ分だけずれた方向に送信される。すなわち、ここでは送信ビームは、ラスタ番号3と4の中間、ラスタ番号7と8の中間…と走査される。これに応じて、各並列同時受信が行われる4本のラスタの組み合わせは、前回のフレーム1の場合に対して1本のラスタ分だけずらされる。すなわち、各送信ビームに対応して、前フレーム1より1本ずつラスタ番号がシフトしたラスタ番号2から4本のラスタずつ順次走査される。このような走査により得られたフレーム2の受信信号は、Bモード処理系4-1~4-4またはカラーマッピングフロー処理系5-1~5-4を介してフレーム間平均回路10のフレームメモリ10Bに記憶される。このときフレームメモリ10Bに記憶されていた前回のフレーム1の画像情報は、フレームメモリ10Dに転送され、記憶される。

【0034】次にフレーム3の走査が実行される。このフレーム3では、送信ビームは、前回のフレーム2の場合に対して1本のラスタ分だけずれた方向に送信される。すなわち、ここでは送信ビームは、ラスタ番号4と5の中間、ラスタ番号8と9の中間…と走査される。これに応じて、各並列同時受信が行われる4本のラスタの組み合わせは、前回のフレーム2の場合に対して1本の

ラスタ分だけずらされる。すなわち、各送信ビームに対応して、前フレーム1より1本ずつラスタ番号がシフトしたラスタ番号3から4本のラスタずつ順次走査される。このような走査により得られたフレーム3の受信信号は、Bモード処理系4-1~4-4またはカラーマッピングフロー処理系5-1~5-4を介してフレーム間平均回路10のフレームメモリ10Bに記憶される。このときフレームメモリ10Bに記憶されていた前回のフレーム2の画像情報は、フレームメモリ10Dに転送され、記憶される。また、フレームメモリ10Dに記憶されていた前々回のフレーム1の画像情報は、フレームメモリ10Fに転送され、記憶される。

【0035】このように全フレームメモリ10B、10D、10Fに連続する3フレームの画像情報が記憶された以降、次フレームから平均処理が実行される。フレーム4の走査が実行される。このフレーム4では、送信ビームは、前回のフレーム3の場合に対して1本のラスタ分だけずれた方向に送信される。すなわち、ここでは送信ビームは、ラスタ番号5と6の中間、ラスタ番号9と10の中間…と走査される。これに応じて、各並列同時受信が行われる4本のラスタの組み合わせは、前回のフレーム3の場合に対して1本のラスタ分だけずらされる。すなわち、各送信ビームに対応して、前フレーム1より1本ずつラスタ番号がシフトしたラスタ番号4から4本のラスタずつ順次走査される。このような走査により得られたフレーム4の受信信号は、Bモード処理系4-1~4-4またはカラーマッピングフロー処理系5-1~5-4を介してフレーム間平均回路10の乗算器10Aを介して加算器10Hに供給される。このとき、フレームメモリ10B、10D、10Fに記憶されている連続するフレーム1、2、3の画像情報もそれぞれ乗算器10C、10E、10Gを介して加算器10Hに供給される。加算器10Hでは、連続する4つのフレームの画像情報を加算処理に供し、この結果をデジタルスキャンコンバータ6に供給する。なお、各フレームメモリ10B、10D、10Fの記憶内容は、それぞれ連続する3つのフレーム4、3、2に順次更新される。次のフレーム5からはフレーム1~4の走査手順を繰り返し、現在収集されたフレームの以前に収集した連続する3つのフレームと順次、平均処理に供され、その結果が順次デジタルスキャンコンバータ6に供給される。

【0036】このように第2のパターンでは、フレーム毎に送信ビームの方向および並列同時受信を行うラスタの組み合わせを1ラスタずつ変化させて、各ラスタの送信ビームに対する配置を変化させながら、並列同時受信するラスタの本数に一致する4フレーム間で平均処理を実行することにより、送信ビームに対する位置の相違によるラスタ間の感度ムラを軽減でき、したがって画質を向上させることができる。

【0037】次に第3の実施例について説明する。本実

施例の構成は、図8の構成からフレーム間平均回路を除いた構成に他ならない。先の第2実施例では、フレーム毎に送信ビームや受信指向性をずらして走査しながら、複数フレーム間で平均処理を行って感度ムラを軽減するものであったが、本実施例は、走査手順は先の第2実施例の場合とまったく同じであり、各フレームの画像情報を平均処理に供することなく直ちに表示させるものである。

【0038】このようにフレーム毎に送信ビームや受信指向性をずらして走査しながら得られたフレームの画像情報を順次切換えながら動画像表示することにより、各フレームのラスタ間には感度ムラが生じているに関わらず、その感度ムラの発生位置がフレーム毎に相違し、その結果、第2の実施例と同様の平均処理と同等の効果が人的残像効果により生じて感度ムラを認知できなくなる。本発明は上述した実施例に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施可能である。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明による超音波診断装置によれば、各受信方向の同一深度の信号強度の比較結果に基づいて送信方向または送信ビームの形状の少なくとも一つを変化させることができ、これにより同時受信する各受信方向の音場を均一化して各受信方向の同一深度の信号強度を一定にして、同時受信する受信方向間の感度ムラが軽減される。

【0040】また本発明による他の超音波診断装置によれば、送信方向および受信方向を前後のフレーム間で相違させるので、送信方向に対する各受信方向の配置が前後のフレーム間で変化し、これによって前後のフレームの同一受信方向の受信強度が変化するので同時受信する受信方向間の感度ムラを軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による超音波診断装置の第1実施例の構成を示すブロック図。

【図2】図1のBモード処理系の構成を示すブロック図。

【図3】図1のカラーフローマッピング処理系の構成を示すブロック図。

【図4】第1実施例によるある送信方向およびそれに対応する並列同時受信のラスタを示す図。

10 【図5】第1実施例による前後フレーム間での遅延量の変化を示す図。

【図6】第1実施例による前後フレーム間での開口幅の変化を示す図。

【図7】開口幅の変化に応じて変化する送信ビームの計上を示す図。

【図8】本発明による超音波診断装置の第2実施例の構成を示すブロック図。

【図9】図8のフレーム間平均回路の構成を示すブロック図。

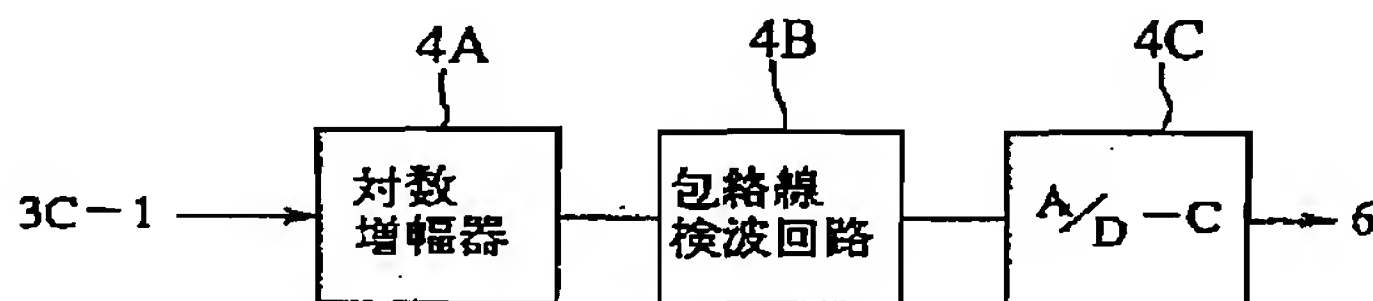
20 【図10】第2実施例の第1パターンによる走査手順を示す図。

【図11】第2実施例の第2パターンによる走査手順を示す図。

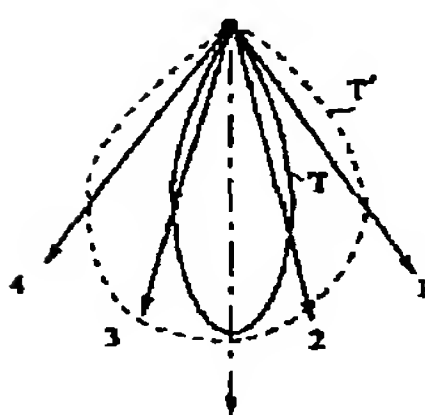
【符号の説明】

1…プローブ、2A…パルス発生器、2B-1～2B-M…送信遅延素子、2C-1～2C-M…パルサ、2D…パルサ電圧制御回路、2E…送信遅延制御回路、3A-1～3A-M…プリアンプ、3B-1～3B-N…受信遅延回路、3C-1～3C-N…加算器、4-1～4-N…Bモード処理系、5-1～5-N…カラーフローマッピング処理系、6…デジタルスキャンコンバータ、7…モニタ、8…制御回路。

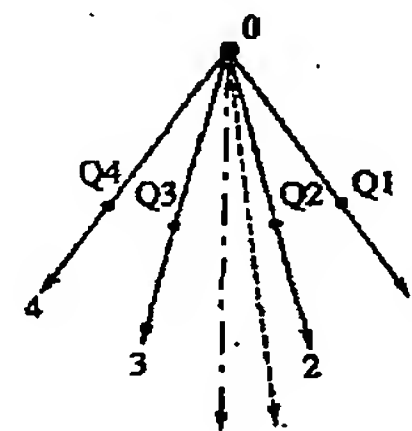
【図2】



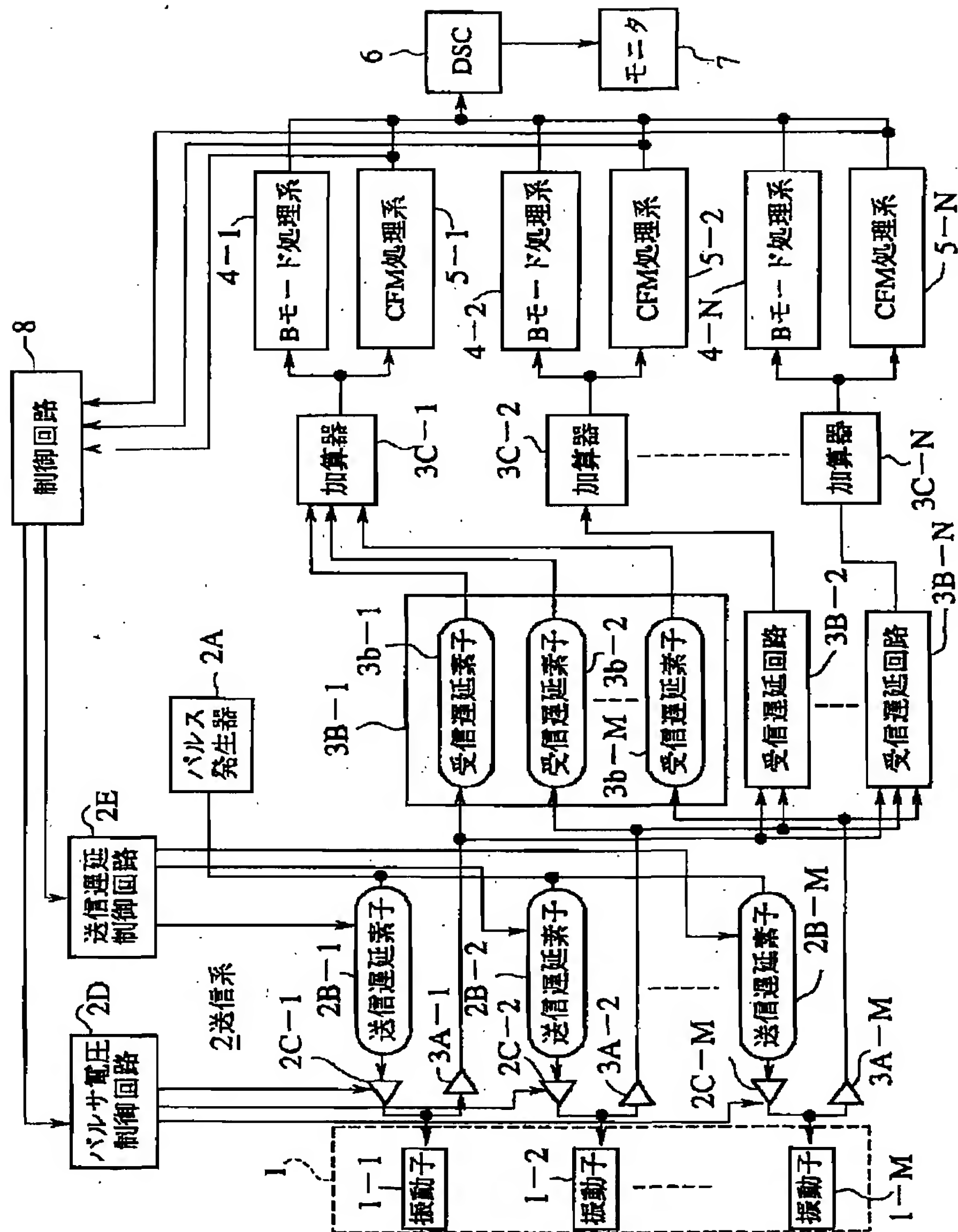
【図7】



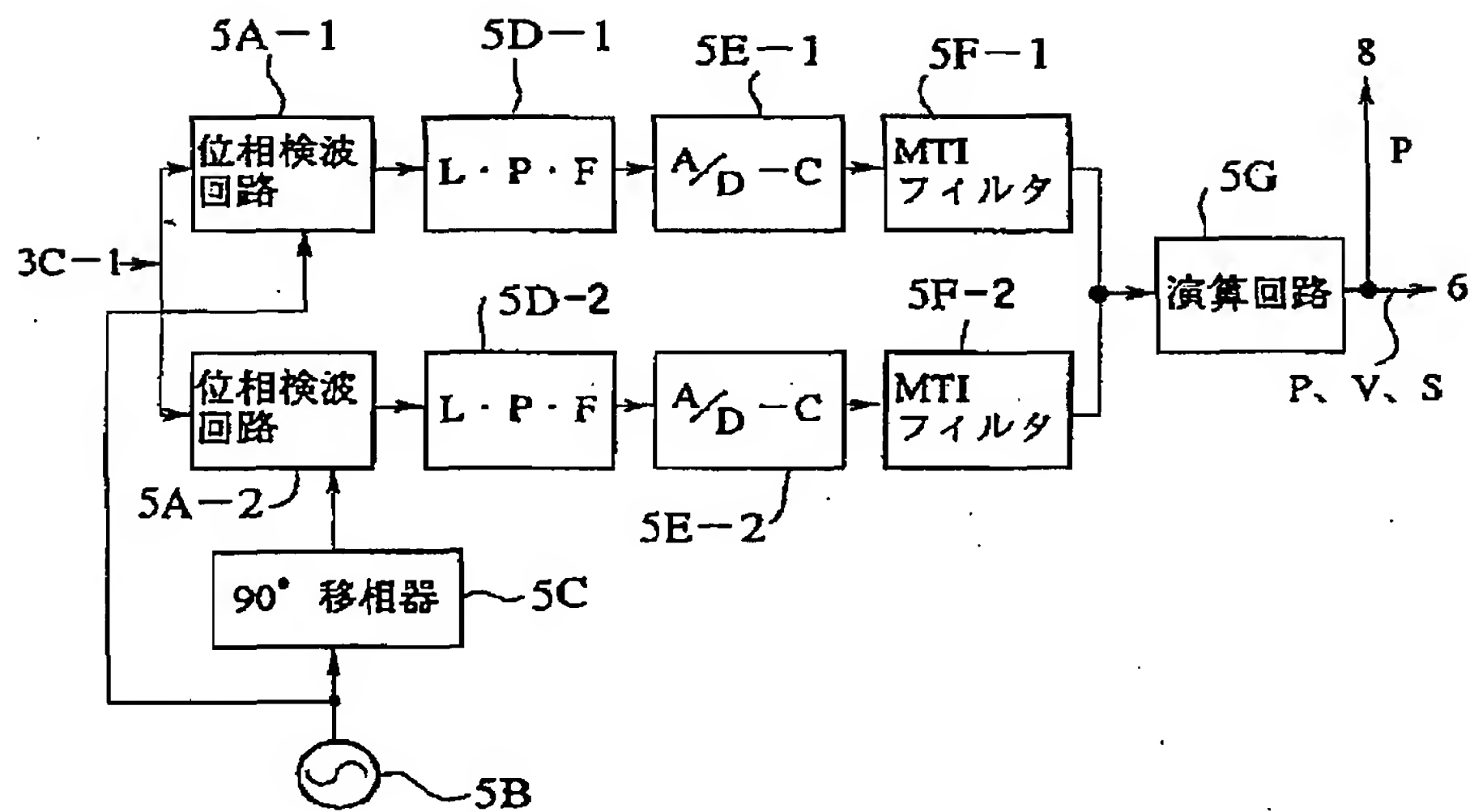
【図4】



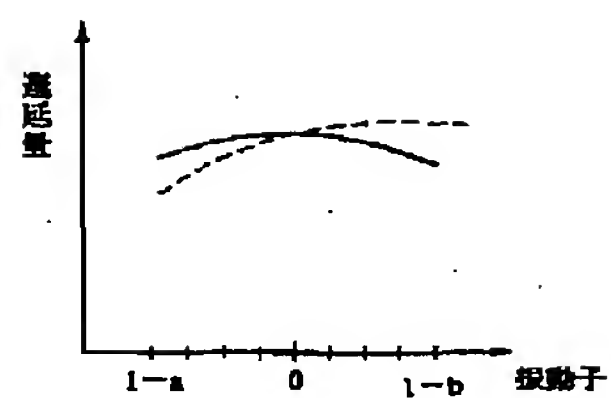
【図1】



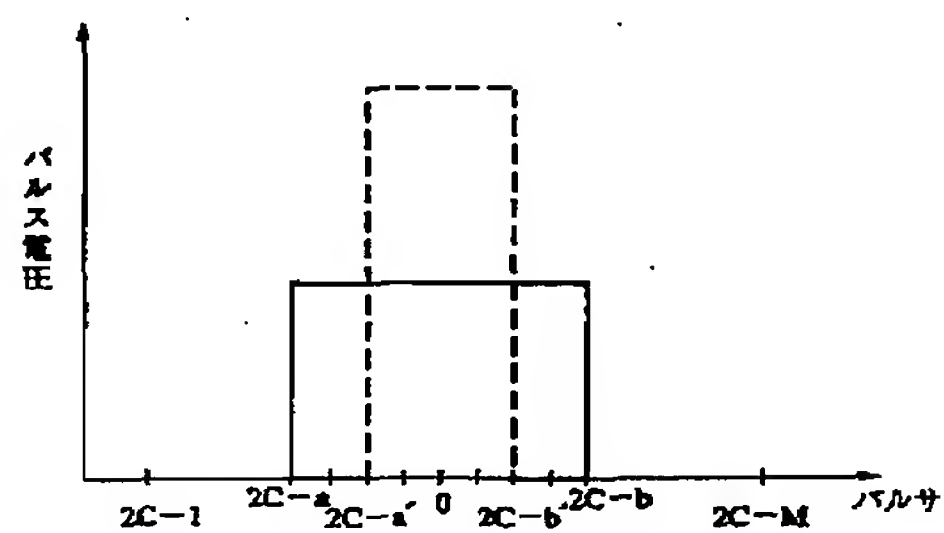
【図3】



【図5】

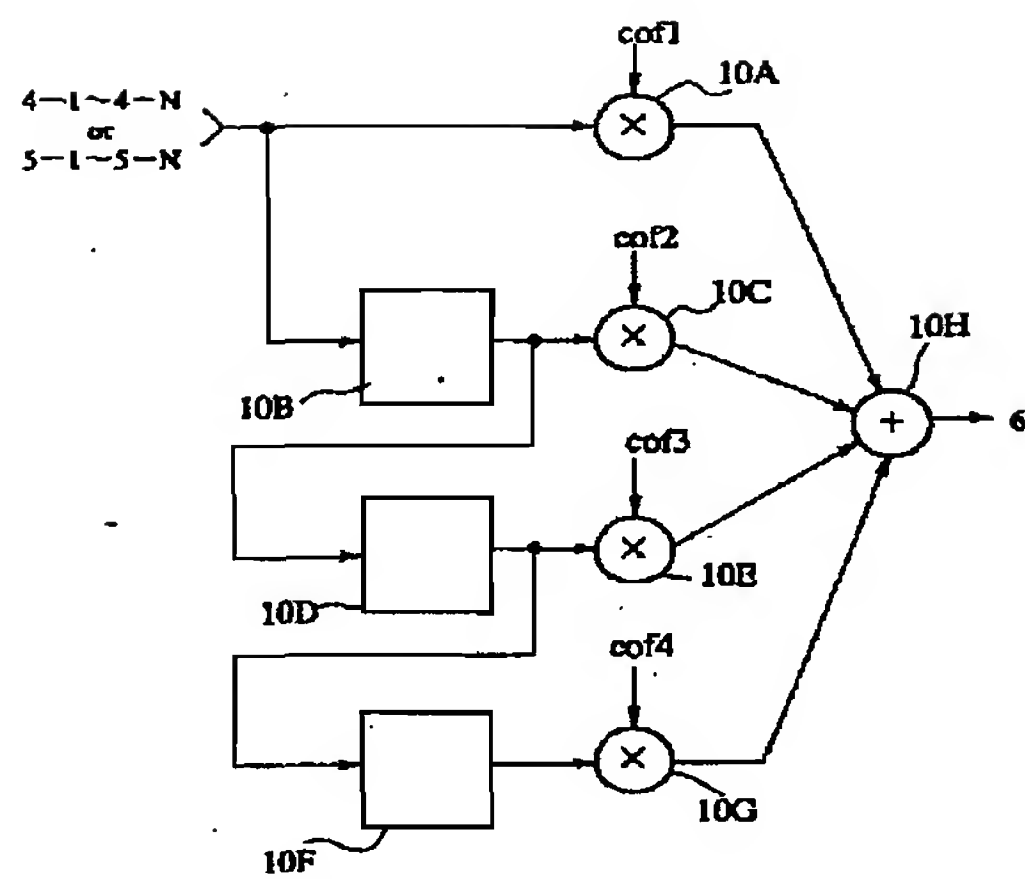


【図6】

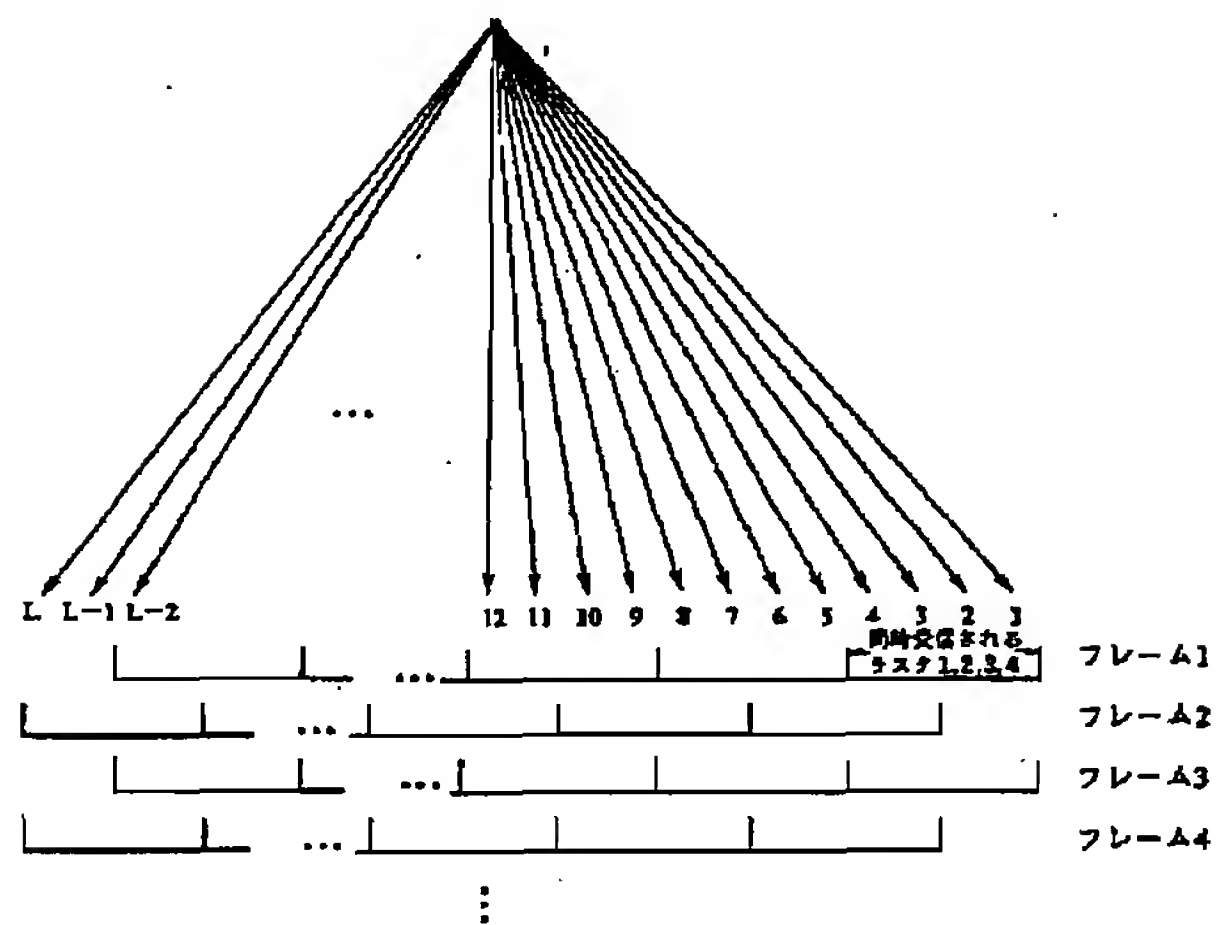


[illegible]

【図9】



【図10】



(12)

特開平7-8492

【図11】

